

Umsókn Hitaveitu Suðurnesja um heimild til
virkjunar jarðvarma til raforkuframleiðslu.
Samanburður kosta

Jón Vilhjálmsson

Greinargerð JV-86-02

VI
GZEHARGREIDASAFN

Greinargerð

Umsókn Hitaveitu Suðurnesja um heimild til virkjunar jarðvarma
til raforkuframleiðslu.
Samanburður kosta.

Jón Vilhjálmsson

1 INNGANGUR

Með bréfi dagsettu 10. janúar 1986 sendi Iðnaðarráðuneytið Orkustofnun til umsagnar erindi frá Hitaveitu Suðurnesja um heimild til virkjunar jarðvarma til raforkuframleiðslu. Með bréfi dagsettu 28. janúar fór Orkustofnun þess á leit við hitaveituna að hún veitti frekari upplýsingar og bærust þær með bréfi dagsettu 10. apríl 1986.

Á grundvelli þeirra upplýsinga sem borist hafa frá hitaveitunni hefur verið gerður lauslegur samanburður á þeim leiðum sem koma til greina varðandi raforkuöflun fyrir Suðurnes. Bæði er litið á dæmið út frá sjónarmiði hitaveitunnar sem fyrirtækis og út frá þjóðhagslegu sjónarmiði. Mismunandi leiðir koma best út fyrir þessi tvö sjónarmið. Fyrir hitaveituna virðist hagkvæmt að auka raforkuframleiðslu í Svartsengi með ORMAT vélum og ef markaður er fyrir gufu og heitt vatn frá Eldvörpum, sem greitt getur viðunandi verð, þá gæti einnig verið hagkvæmt fyrir veituna að virkja þar en það er þó háð þróun raforkuverðs frá Landsvirkjun. Aftur á móti er hagkvæmast fyrir þjóðfélagið í heild að sleppt sé að virkja til raforkuvinnslu á Reykjanesi á næstu árum. Tilkoma umtalsverðrar stóriðju á næstu árum gæti breytt þessum niðurstöðum, en ekki verður farið út í það hér.

Í þeim gögnum sem borist hafa frá hitaveitunni er einungis verið gerður mjög takmarkaður samanburður milli þeirra kosta sem koma til greina varðandi orkuöflun og dreifingu fyrir veituna. Hitaveitan þyrfti að gera ítarlegan samanburð á þeim leiðum sem koma til greina bæði til að ákvarða hver þeirra sé hagkvæmust og til að ákvarða tímasetningu framkvæmda.

2 RAFORKU- OG AFLÞÖRF Á SUÐURNESJUM

Raforkusala Landsvirkjunar til Suðurnesja var heldur minni á árinu 1985 en árið á undan eða 138,9 GWh á móti 139,7 GWh árið 1984. Notkun á Keflavíkurflugvelli jókst um 1,7 % en önnur notkun minnkaði um 3,1 %. Aflþörfin var svipuð þessi tvö ár. Í raforkuspánni frá síðasta ári var gert ráð fyrir 2,8 % aukningu í raforkunotkun á Suðurnesjum árið 1985. Þrátt fyrir nokkra aukningu í fiskeldi á Reykjanesi í ár þá bendir ekkert

til þess að raforkuspáin fyrir árið 1986 sé of lág.

Miklar hugmyndir eru uppi um uppbyggingu fiskeldis á Suðurnesjum og ef af þeim verður má gera ráð fyrir að spá Orkuspárnefndar um raforkunotkun á Suðurnesjum sé of lág. Þessi uppbygging er mjög óviss og verður að hafa það í huga við áætlanagerð. Í raforkuspánni getur rúmast nokkur notkun í fiskeldi og má því ekki leggja beint við hana áætlaða aukningu á því sviði. Einnig verður að hafa í huga að viss samlögun í aflri á sér stað milli notenda og afltoppur fyrir raforkukerfið í heild sinni fæst því ekki með að leggja aflþörf einstakra notenda saman heldur er hann lægri en fengist með slíkum útreikningum.

Við samanburð kosta verður hér að aftan miðað við þrjár áætlanir um uppbyggingu fiskeldis á Reykjanesi:

- 1) Hæg uppbygging fiskeldis og getur raforkunotkun þess rúmast innan raforkuspár frá því í ágúst 1985.
- 2) Svipuð uppbygging fiskeldis á allra næstu árum og stöðvar sem hafa byrjað rekstur gera ráð fyrir. Raforkunotkun verður nokkru meiri en gert er ráð fyrir í raforkuspá.
- 3) Mikil uppbygging fiskeldis og samsvarandi aukin raforkunotkun.

Fyrir þessi þrjú tilvik er raforkunotkun áætluð og er hún sýnd í töflu 1.

Tafla 1 Spár um almenna raforkunotkun á Suðurnesjum (án flutningstapa en að meðtöldum dreifitöpum).

Ár	T i l v i k 1		T i l v i k 2		T i l v i k 3	
	Orkuþörf GWh	Aflþörf MW	Orkuþörf GWh	Aflþörf MW	Orkuþörf GWh	Aflþörf MW
1986	152	26,2	152	26,2	152	26,2
1987	157	27,1	162	27,8	162	27,8
1988	172	29,6	182	31,0	182	31,0
1989	177	30,5	197	33,4	197	33,4
1990	182	31,3	212	35,6	212	35,6
1991	186	32,1	226	37,8	241	39,9
1992	191	33,0	241	40,1	271	44,4
1993	196	33,8	251	41,7	296	48,1
1994	201	34,7	261	43,3	321	51,9
1995	206	35,5	271	44,8	346	55,5
1996	211	36,4	278	46,0	368	58,9
1997	216	37,2	285	47,1	380	60,7
1998	221	38,1	292	48,2	392	62,5
1999	226	39,0	299	49,4	404	64,4
2000	231	39,8	305	50,4	415	66,1
2001	236	40,6	311	51,4	423	67,3
2002	241	41,4	317	52,3	431	68,6
2003	245	42,3	322	53,3	438	69,8
2004	250	43,1	328	54,2	446	71,1
2005	255	43,9	334	55,2	454	72,3
2006	259	44,7	339	56,1	461	73,5
2007	264	45,5	345	57,0	469	74,7
2008	268	46,2	350	58,0	476	76,0
2009	273	47,0	356	58,9	484	77,2
2010	277	47,8	361	59,8	491	78,4

3 STOFNKOSTNAÐUR KOSTA

Hitaveita Suðurnesja hefur metið stofnkostnað eftirtalinna kosta til að mæta raforkuþörf á Suðurnesjum:

- 1) Setja upp þetta í Njarðvík og í riðbreytistöð. Hitaveitan áætlað að með því megi auka flutningsgetu lína um 2,5 til 3 MW og að fasvik hækki úr 0,8-0,84 í 0,96.
- 2) Auka raforkuvinnslu í Svartsengi með hverflum af gerðinni ORMAT. Talað er um að setja upp tvo til fjóra hverfla og er hver fyrir sig 1,15 MW.
- 3) Byggja jarðgufustöð til raforkuvinnslu sem fengi varma úr háhitasvæðinu í Eldvörpum. Miðað er við tvo áfanga og er hvor fyrir sig 7,5 MW. Hugmynd hitaveitunnar er að selja auk þess gufu og vatn frá slíkri virkjun.
- 4) Reisa nýja flutningslínu frá Straumsvík (eða Geithálsi) til Njarðvíkur.

Stofnkostnaður þessara kosta á verðlagi í mars 1986 er sýndur í töflu 2 og er hann fenginn úr greinargerðum frá Hitaveitu Suðurnesja dagsettum 10. apríl 1986 og úr skýrslu þeirra frá því í febrúar 1985 (sjá Verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns og fl.). Tölur um Eldvörp, sem fengnar eru úr síðari skýrslunni, eru framreiknaðar með vísitölu byggingarkostnaðar. Kostnaður við stækkun Búrfells, 5. áfanga Kvíslaveitu og stækkun Þórisvatns er fenginn frá Landsvirkjun og er hann framreiknaður með vísitölu byggingarkostnaðar (sjá Jóhann Má Maríusson, 1986).

Tafla 2 Stofnkostnaður kosta á verðlagi í mars 1986 (vísitala byggingar-kostnaðar 258).

Kostur	1. áfangi Mkr	2. áfangi Mkr	Alls Mkr
Þéttar	15,8		15,8
Fjórar ORMAT vélar (4,6 MW)	101	84,8	186
Eldvörp A, raforkuvinnsla	699+25*	377	1.101
Eldvörp B, raf- og varmav.	759+25*	393	1.177
Eldvörp C, eingöngu varmav.	264		264
Lína að Geithálsi	311		311
Lína að Straumsvík	319		319
Lína frá Svartsengi	37,5		37,5
Búrfell + Kvíslav. + Þórisv.			3.330

* Fyrri talan er kostnaður við orkuverið en sú síðari tenging þess við raforkukerfið.

4 SAMANBURÐUR KOSTA

Til að finna hagkvæmustu leið til að anna raforkumarkaðnum á Suðurnesjum verða bornar saman nokkrar leiðir. Hér að framan voru taldir upp fjórir kostir sem Hitaveita Suðurnesja telur koma til greina. Hægt er að raða þessum fjórum kostum upp á 24 mismunandi vegu en til að ekki þurfi að framkvæma reikninga fyrir alla þessa möguleika verður reynt að fækka þeim með einföldum athugunum. Gert verður ráð fyrir eftirfarandi:

- 1) Þéttar verði settir upp á undan nýrri línu og virkjun í Eldvörpum. Stofnkostnaður þetta er álíka mikill og eins árs flýtingarkostnaður línu (mismunur núgilda) en þeir geta frestað línulögn um að minnsta kosti eitt ár auk þess sem tilkoma þeirra minnkar töp.
- 2) ORMAT vélar verði settar upp áður en ráðist verður í virkjun í Eldvörpum. Þar sem stofnkostnaður ORMAT véla er hlutfallslega lægri en virkjunar í Eldvörpun er þetta eðlilegt.

Þessi skilyrði fækka möguleikum úr 24 niður í 5. Tímaröð kosta fyrir þessa fimm möguleika verður þá:

- 1) Þéttar, ORMAT, Eldvörp og lína.
- 2) Þéttar, ORMAT, lína og Eldvörp.
- 3) Þéttar, lína, ORMAT og Eldvörp.
- 4) ORMAT, þéttar, Eldvörp og lína.
- 5) ORMAT, þéttar, lína og Eldvörp.

Hægt er að bera þessar leiðir saman á tvennan hátt, þ.e. bæði út frá hagsmunum Hitaveitu Suðurnesja sem fyrirtækis og út frá hagsmunum þjófðarheildar og verða báðar þessar aðferðir notaðar hér.

Samanburður byggist á að reikna núgildi til miðs árs 1986 fyrir mismunandi möguleika og er miðað við eftirfarandi forsendur:

- 1) Reiknivextir 6 %.
- 2) Afskriftatími lína og aðveitustöðva 40 ár.
- 3) Rekstrarkostnaður lína og aðveitustöðva 1,0 % af stofnkostnaði á ári.
- 4) Afskriftatími jarðgufustöðva 25 ár.
- 5) Rekstrarkostnaður ORMAT hverfla 1,0 % af stofnkostnaði á ári.
- 6) Rekstrarkostnaður jarðgufustöðvar í Eldvörpum 3,0 % af stofnkostnaði á ári.
- 7) Flutningsgeta núverandi lína frá Reykjavík suður á Reykjanes sé 25 MW.
- 8) Tilkoma þetta í Njarðvík og í riðbreytistöð auki flutningsgetuna um 3 MW.

- 9) Tilkoma þetta lækki aðveitutöp (í línunum frá Reykjavík) úr 4,0 % í 3,6 % og með nýrri línu fari þau niður í 1,0 %. Við virkjun í Svartsengi eða Eldvörpum minnka töp í línunum frá Reykjavík og er miðað við að sú minnkun vegi upp aðveitutöp frá þessum virkjunum, þ.e. 0,0 % töp.
- 10) Með tilkomu nýrrar línu færast kaup hitaveitunnar á raforku frá Landsvirkjun yfir á 132 kV og lækkar þá verðið (það er 7 % herra fyrir lægri spennu).
- 11) Litið er á tímabilið fram til 2010 og miðað við að kostnaður sé endurheimtur með jöfnum árlegum greiðslum út afskriftatímann (annuitet). Sleppt er þeim greiðslum sem falla á árin eftir 2010.
- 12) Miðað er við gjaldskrá Landsvirkjunar sem tók gildi 1. mars 1986.

Út frá liðum 7) og 8) í upptalningunni og stærð jarðgufustöðva er hægt að áætla hvenær einstakir áfangar þurfi að koma í rekstur fyrir leiðirnar fimm hér að framan og fyrir tilvikin þrjú um þróun markaðarins. Tafla 3 sýnir þessar tímasetningar og er þar miðað við að eftir að ný lína hefur verið lögð frá höfuðborgarsvæðinu þá þurfi ekki að leggja í frekari framkvæmdir á því tímabili sem hér er til athugunar (til 2010).

Tímasetningarnar í töflu 3 ráðast af flutningsgetu lína en fyrir Hitaveitu Suðurnesja sem fyrirtæki getur verið hagkvæmt að flýta framkvæmdum við virkjanir ef sparnaður í orkukaupum frá Landsvirkjun er meiri en flýtingarkostnaðurinn.

Tafla 3 Tímasetning framkvæmda (eyða táknað að ekki þarf að ráðast í framkvæmd fyrr en eftir 2010).

Kostur	Tilvik 1 Ár	Tilvik 2 Ár	Tilvik 3 Ár	
Þéttar	1990	1988	1988	
ORMAT 1	1994	1990	1990	
2	1996	1991	1991	LEIÐ 1
Eldvörp 1	1999	1992	1991	
2	2007	1996	1993	
Lína		2003	1995	
Þéttar	1990	1988	1988	
ORMAT 1	1994	1990	1990	
2	1996	1991	1991	LEIÐ 2
Lína	1999	1992	1991	
Eldvörp				
Þéttar	1990	1988	1988	
Lína	1994	1990	1990	
ORMAT 1				LEIÐ 3
2				
Eldvörp				
ORMAT 1	1990	1988	1988	
2	1993	1989	1989	
Þéttar	1995	1990	1990	LEIÐ 4
Eldvörp 1	1999	1992	1991	
2	2007	1996	1993	
Lína		2003	1995	
ORMAT 1	1990	1988	1988	
2	1993	1989	1989	
Þéttar	1995	1990	1990	LEIÐ 5
Lína	1999	1992	1991	
Eldvörp				

4.1 Samanburður út frá sjónarmiði Hitaveitu Suðurnesja sem fyrirtækis

Áætla þarf útgjöld vegna orkukaupa frá Landsvirkjun og er þá miðað við að hitaveitan nýti ORMAT vélar og virkjun í Eldvörpum eins og kostur er eða í 8.000 stundir á ári. Nýtingartími véla sem fyrir er í Svartsengi er áætlaður 6.000 stundir. Fundið er núgildi fjárfestinga í töflu 3 og kostnaðar vegna orkukaupa fyrir tilvikin þrjú og leiðirnar fimm og er niðurstaðan sýnd í töflu 4. Ger er ráð fyrir að raforkuverð frá Lansvirkjun sé óbreytt allt tímabilið.

Ef hægt er að selja gufu og heitt vatn frá jarðgufustöð í Eldvörpum eykst hagkvæmni hennar en slíkt eykur einnig stofnkostnaðinn nokkuð. Ef gert er ráð fyrir að slík sala geti staðið undir 200 Mkr af stofnkostnaði virkjunar, eins og hann er áætlaður í töflu 2 (1.101 Mkr), lækkar núgildi í leiðum 1 og 4. Þetta tilvik hefur verið reiknað fyrir leið 4 og er það táknað sem 4A í töflu 4.

Tafla 4 Núgildi kostnaðar Hitaveitu Suðurnesja fyrir mismunandi leiðir. Raforkuverð óbreytt að raungildi allt tímabilið.

Leið	Tilvik 1 Mkr	Tilvik 2 Mkr	Tilvik 3 Mkr
1	2.900	3.590	4.440
2	2.860	3.550	4.390
3	2.980	3.710	4.560
4	2.850	3.550	4.400
5	2.810	3.510	4.360
4A	2.780	3.390	4.220

Samkvæmt þessum reikningum kemur leið 5 best út ef ekki er gert ráð fyrir varmasölu, þ.e. ORMAT, þéttar og lína. Hagkvæmara virðist einnig vera að reisa nýja línu en að byggja virkjun í Eldvörpum (án varmasölu) þrátt fyrir að forsendur sem miðað er við vanmeti líklega kostnað þegar lína

kemur á eftir virkjun þar. Línur suður á Reykjanes eru komnar til ára sinna og þarf þess vegna að endurnýja þær fyrir en seinna auk þess sem hluti kostnaðar við línubýggingu er vegna þess að gert er ráð fyrir að notað verði tækifærið til að gera vissa breytingar á raforkukerfinu í Njarðvík og á höfuðborgarsvæðinu. Í tilviki 3 er áætlað að lína komi í síðasta lagi árið 1995 og má því segja þetta atriði hafi lítil áhrif í því tilviki. Gert er ráð fyrir að uppbygging dreifikerfis raforku á Reykjanesi sé óháð þeim möguleikum sem um er að ræða, en aukin raforkuvinnsla í Svartsengi flýttir líklega lögn nýrrar línu þaðan til Njarðvíkur.

Ef aftur á móti er gert ráð fyrir varmasölu frá virkjun í Eldvörpum, sem staðið getur undir 200 Mkr af fjárfestingunni í raforkuverinu, þá kemur sú leið best út (4A). Varmasala frá Eldvörpum getur því verið afgerandi varðandi hagkvæmni virkjunarinnar fyrir Hitaveitu Suðurnesja.

Fram hefur komið hjá Landsvirkjun að þeir telja að raungildi raforkuverðs til almenningsveitna geti farið lakkandi á næstu árum og gæti sú lakkun numið um þriðjungum um næstu aldamót (sjá Jóhannes Nordal, 1986). Þessi möguleiki hefur verið athugaður og er niðurstaðan sýndi í töflu 5. Þar er gert ráð fyrir 3 % lakkun raforkuverðs á ári fram til aldamóta (árið 2000 meðtalið) en að orkuverðið haldist óbreytt að raungildi eftir það.

Tafla 5 Núgildi kostnaðar Hitaveitu Suðurnesja fyrir mismunandi leiðir. Raforkuverð lækkar að raungildi fram til aldamóta um 3 % á ári.

Leið	Tilvik 1 Mkr	Tilvik 2 Mkr	Tilvik 3 Mkr
1	2.380	3.040	3.680
2	2.250	2.780	3.370
3	2.320	2.780	3.450
4	2.340	3.010	3.650
5	2.220	2.750	3.340
4A	2.270	2.850	3.460

Ef ekki er gert ráð fyrir varmasölu frá Eldvörpum þá er leið 5 ennþá lægst en leið 3 er ekki lengur dýrust. Þrátt fyrir að gert sé ráð fyrir varmasölu í leið 4 (leið 4A) þá er hún dýrari en leið 5 en því var öfugt farið ef ekki var gert ráð fyrir lækun raforkuverðs.

4.2 Samanburður út frá þjóðhagslegu sjónarmiði

Orkuverðið gengur ekki inn í þessa reikninga en aftur á móti þarf að taka tillit til þess að virkjanir á Reykjanesi geta seinkað öðrum virkjunum. Hér verður miðað við að virkjun í Eldvörpum og ORMAT hverflar í Svartsengi geti hliðrað öðrum virkjanaframkvæmdum aftur um tvö ár eða frá árinu 2005 til 2007. Gert er ráð fyrir að um sé að ræða stækkun Búrfellsvirkjunar ásamt 5. áfanga Kvíslaveitu og stækkun Þórisvatns. Ekki er miðað við að þessum framkvæmdum sé skipt í áfanga en slík skipting er líklega mjög auðveld. Núgildi er fundið fyrir öll tilvikin og leiðirnar og er niðurstaðan sýnd í töflu 6.

Tafla 6 Núgildi kostnaðar vegna raforkuvinnslu (þjóðhagslegs) fyrir mismunandi leiðir.

Leið	Tilvik 1 Mkr	Tilvik 2 Mkr	Tilvik 3 Mkr
1	760	1.390	1.620
2	670	810	830
3	620	690	690
4	800	1.420	1.650
5	690	830	850

Nú er leið 3 orðinn ódýrastur eins og við var að búast. Sú leið sem ódýrust var fyrir Hitaveitu Suðurnesja er nú í þriðja sæti (leið 5).

Í töflu 6 er ekki tekið tillit til hugsanlegrar varmasölu frá virkjun í Eldvörpum. Í töflu 7 hefur varmavinnslan verið tekin með og er þá

stofnkostnaður virkjunar í Eldvörpum aukinn í leiðum 1 og 4. Í leiðum 2, 3 og 5 er gert ráð fyrir að byggð verði varmavirkjun í Eldvörpum án raforkuvinnslu og að hún hefji rekstur árin 1999, 1992 og 1991 í tilvikum 1, 2 og 3.

Tafla 7 Nógildi kostnaðar vegna raforku- og varmavinnslu (þjóðhagslegs) fyrir mismunandi leiðir.

Leið	Tilvik 1 Mkr	Tilvik 2 Mkr	Tilvik 3 Mkr
1	790	1.460	1.680
2	770	1.050	1.060
3	860	930	930
4	830	1.480	1.710
5	810	1.070	1.090

Í tilvikum 2 og 3 er leið 3 áfram með lægstan kostnað en í tilvikum 1 er leið 5 orðin lægst.

4.3 Tekjur Landsvirkjunar af orkusölu til Hitaveitu Suðurnesja

Þegar litið var á kosnaðinn út frá sjónarmiði hitaveitunnar sem fyrirtækis þá voru m.a. raforkukaupa hennar áætluð. Áhugavert er að líta aðeins nánar á þennan kostnað og er nógildi hans sýnt í töflu 8.

Tafla 8 Nógildi tekna Landsvirkjunar af orkusölu til Hitaveitu Suðurnesja.
Raforkuverð óbreytt að raungildi allt tímabilið.

Leið	Tilvik 1 Mkr	Tilvik 2 Mkr	Tilvik 3 Mkr
1	2.420	2.480	3.100
2	2.660	3.190	4.020
3	2.820	3.480	4.320
4	2.330	2.410	3.040
5	2.570	3.130	3.960

Með að bera saman töflur 4 og 8 sést að ef gjaldskrá Landsvirkjunar væri óbreytt í leið 5, frá því sem hún er nú, en lækkaði um 5-6 % í leið 3 þá yrði kostnaður Hitaveitu Suðurnesja álíka mikill í þessum tveimur leiðum ef ekki er tekið tillit til varmasölu.

Nógildi tekna Landsvirkjunar af raforkusölu til Hitaveitu Suðurnesja hefur einnig verið áætlað ef raforkuverðið lækkar fram til aldamóta um 3 % á ári. Niðurstaða þessara reikninga er sýnd í töflu 9.

Tafla 9 Nógildi tekna Landsvirkjunar af orkusölu til Hitaveitu Suðurnesja.
Raforkuverð lækkar að raungildi fram til aldamóta um 3 % á ári.

Leið	Tilvik 1 Mkr	Tilvik 2 Mkr	Tilvik 3 Mkr
1	1 890	1.930	2.340
2	2.050	2.430	3.000
3	2.160	2.550	3.210
4	1.820	1.870	2.290
5	1.980	2.370	2.940

HEIMILDIR

Hitaveita Suðurnesja, 1986: Bréf til Orkustofnunar dagsett 10. apríl 1986 ásamt fylgiskjölum.

Iðnaðarráðuneytið, 1985: Bréf til Orkustofnunar dagsett 10. janúar 1986.

Jóhann Már Maríusson, 1986: Erindi á ársfundi Landsvirkjunar.

Jóhannes Nordal, 1986: Ræða á ársfundi Landsvirkjunar.

Landsvirkjun, 1986: "Heildsölugjaldskrá". Nr.2/1986, gildir frá 1. mars 1986.

Orkusparnefnd, 1985: "Raforkuspá 1985-2015". Orkustofnun, OS-85065/OBD-02.

Orkustofnun, 1986: Bréf til Hitaveitu Suðurnesja dagsett 28. janúar 1986.

Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns hf., Fjarhitun hf., Rafteikning hf., Verkfræðistofa Johannis Indriðasonar hf., Verk og kerfisfræðistofan sf. og Örtölvutækni sf., 1985: "Eldvörp. For- og verkhönnun 2*7,5 MW virkjunar". Hitaveita Suðurnesja.